

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-085264

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl.

H01G 4/12

H01G 4/30

(21)Application number : 11-261834

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 16.09.1999

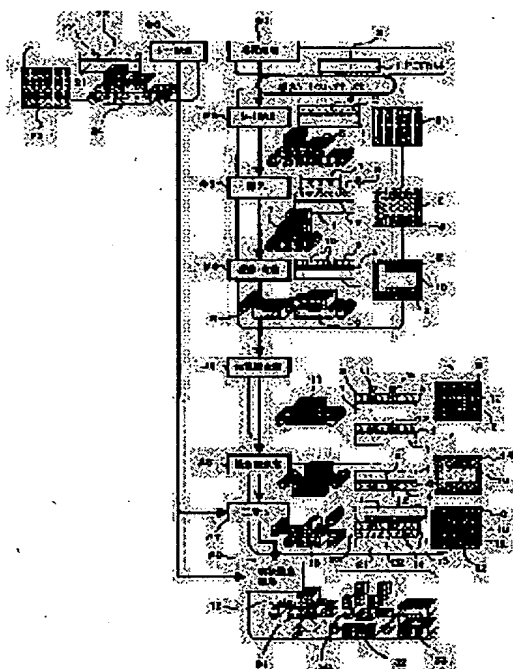
(72)Inventor : YOSHIDA MASAYUKI  
AOKI SHUNJI

## (54) MANUFACTURE OF LAMINATED CERAMIC CAPACITOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a laminated ceramic capacitor fit for miniaturization and capacity enlargement in which there is little variability in electrical characteristics by making no difference in level when a plurality of ceramic green sheets on which an internal electrode is formed are laminated.

**SOLUTION:** On a PET film 1 as a conductive-process supporter on the surface of which a conductive layer 2 is formed, an uncalcined ceramic green sheet 3 functioning as a resist in which a photosensitive polymeric material is used as binder is provided, and the sheet 2 is exposed and developed to form an internal-electrode forming pattern 10 from which the conductive layer 2 is exposed. The conductor power acting as an internal electrode layer 12 is electro-deposited through migration to the exposed conductive layer 2 of the internal electrode pattern 10 to form the internal electrode layer 12 in the internal-electrode forming pattern.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-85264  
(P2001-85264A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページ数 (参考)
H 0 1 G 4/12	3 6 4	H 0 1 G 4/12	3 6 4 5 E 0 0 1
4/30	3 1 1	4/30	3 1 1 D 5 E 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-261834

(22) 出願日 平成11年9月16日 (1999.9.16)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 吉田 政幸

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 青木 俊二

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100079290

弁理士 村井 隆

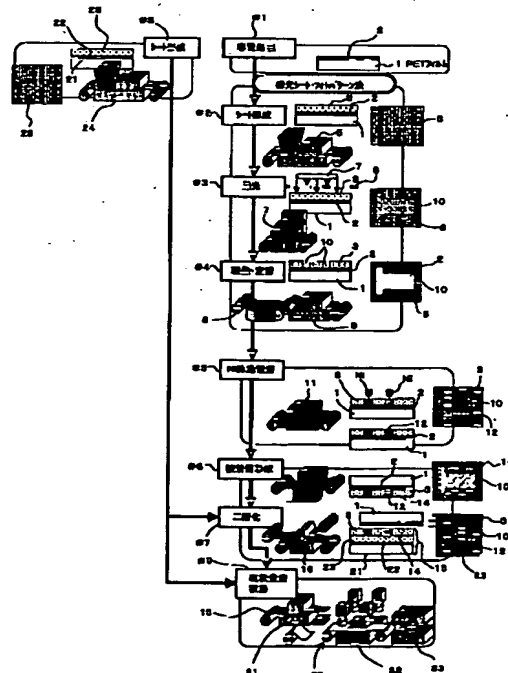
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層セラミックコンデンサの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 内部電極が形成されたセラミックグリーンシートを複数枚積層するとき、段差が生じないようにして、小型化、大容量化に適し、電気的特性のばらつきの小さい積層セラミックコンデンサを得る。

【解決手段】 導電層2が表面に形成された導電処理支持体としてのPETフィルム1上に、感光性高分子材料をバインダとして用いたレジストとして機能する未焼成セラミックグリーンシート3を設け、このシート3を露光及び現像処理することで導電層2が露出する内部電極形成パターン10を形成する。そして、内部電極層12となる導体粉末を前記内部電極パターン10の露出した導電層2に泳動電着して前記内部電極パターン内に内部電極層12を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電層が表面に形成された導電処理支持体に未焼成セラミック誘電体層を設けて前記導電層が露出する内部電極形成パターンを残して前記導電層を覆い、内部電極となる導体粉末を前記内部電極パターンの露出した導電層に泳動電着して前記内部電極形成パターン内に内部電極を形成することを特徴とする積層セラミックコンデンサの製造方法。

【請求項2】 前記未焼成セラミック誘電体層が感光性高分子材料をバインダとして用いたレジストとして機能するものであり、露光及び現像処理によって前記導電層が露出する内部電極形成パターンを形成する請求項1記載の積層セラミックコンデンサの製造方法。

【請求項3】 前記未焼成セラミック誘電体層を泳動電着により前記導電層上に形成する請求項2記載の積層セラミックコンデンサの製造方法。

【請求項4】 前記導電層上にレジスト層を設け、該レジスト層の露光及び現像処理によって前記内部電極形成パターンの反転パターンを当該レジスト層で形成し、前記反転パターンの露出した導電層上に前記未焼成セラミック誘電体層を泳動電着で形成後、前記レジスト層を除去することで前記内部電極形成パターンを形成する請求項1記載の積層セラミックコンデンサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パターンニングされた誘電体層の内部電極パターンに、粉体泳動電着法により内部電極を形成することで、誘電体層を多層化するとき段差が生じない積層セラミックコンデンサの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、積層コンデンサ等のような内部電極を有するセラミック積層電子部品の製造に際しては、金属-セラミック一体焼成技術が用いられている。すなわち、セラミックグリーンシート（未焼成セラミック誘電体シート）上に導電ペースト（素材と同時焼成可能な金属材料）を複数個並べてパターン印刷し、内部電極を形成する。次に、内部電極が形成されたセラミックグリーンシートを複数枚積層し、上下に内部電極の印刷されていないセラミックグリーンシートを適宜の枚数積層し、セラミック積層体を得る。あるいは、セラミックペーストと導電ペーストとを順次所定の形状に印刷し、セラミック積層体を得る。しかる後、上記のようにして得られたセラミック積層体を厚み方向に加圧し、セラミック層同士を密着させる。その後、セラミック積層体を個品に切断し、焼成し、焼結体を得て、得られた焼結体の外表面に、適宜の外部電極を形成し、セラミック積層電子部品を得る。

【0003】図6（A）は従来技術による積層セラミックコンデンサの構造例を示す分解斜視図であり、誘電体

の上に内部電極が重ねて形成されるため、内部電極の存在する所とその他の部分で内部電極の肉厚相当の段差が発生することが判る。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年、電子部品においては一層の小型化が求められており、セラミック積層電子部品においても小型化及び薄型化が強く求められている。セラミック積層電子部品の小型化及び薄型化を進める場合、内部電極間に挟まれているセラミック層の厚みを薄くすることが必要となり、従って、より薄いセラミックグリーンシートを用いてセラミック積層体を作製しなければならない。

【0005】しかしながら、セラミックグリーンシートの厚みを薄くするにも限度があり、薄くなり過ぎた場合にはセラミックグリーンシートを単体で扱うことができなくなる。加えて、セラミック積層体を得た段階で、内部電極が重なり合っている部分では、内部電極が存在しない部分に比べて厚みが大きくなり（例えばグリーンシート厚 $2\sim 3\mu\text{m}$ に対して内部電極厚 $1.5\sim 2\mu\text{m}$ ）、両者の間で段差が生じがちであり、その段差に起因してシート積層時の積層ずれが発生する。また、焼結に先立ってシートと内部電極を接着させるために大きなプレス圧（ $1\text{ton}/\text{cm}^2$ 程度）が必要となり、厚み方向にセラミック積層体を加圧した段階で、上記段差が生じているため、内部電極の重なり合っている部分においてのみ上下の層が加圧され、他の領域では十分に加圧されなくなったり、あるいは加圧後の変形が著しくなったりする。その結果、焼結体においてデラミネーションと称されている層間剥離現象が生じがちであった。また、加圧後の変形に起因して焼成後の容量ばらつきが大きくなる。さらに、セラミックグリーンシート中の溶剤により、内部電極が膨潤し、所望の形状の内部電極を正確に形成することができないこともあった。また、Ni等の導体粉末をペースト化してスクリーン印刷法にて形成する内部電極は、内部電極パターンの寸法精度を高めることには限界があり、例えば設計値に対してばらつきを $20\mu\text{m}$ 以下にすることが困難であった。そのために、焼成後の積層セラミックコンデンサあるいはセラミック積層電子部品は容量ばらつきが大きくなる、あるいは電気的特性のばらつきが大きくなる傾向にある。

【0006】本発明は、上記の点に鑑み、本出願人が特開平5-174649号公報において提案した、異質部材を有するセラミックグリーンシートの構成を応用し、内部電極が形成されたセラミックグリーンシートを複数枚積層するとき、段差が生じないようにして、小型化、大容量化に適し、電気的特性のばらつきの小さい積層セラミックコンデンサの製造方法を提供することを目的とする。

【0007】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法は、導電層が表面に形成された導電処理支持体に未焼成セラミック誘電体層を設けて前記導電層が露出する内部電極形成パターンを残して前記導電層を覆い、内部電極となる導体粉末を前記内部電極パターンの露出した導電層に泳動電着して前記内部電極形成パターン内に内部電極を形成することを特徴としている。

【0009】前記積層セラミックコンデンサの製造方法において、前記未焼成セラミック誘電体層が感光性高分子材料をバインダとして用いたレジストとして機能するものであり、露光及び現像処理によって前記導電層が露出する内部電極形成パターンを形成するとよい。

【0010】前記未焼成セラミック誘電体層を泳動電着により前記導電層上に形成するとよい。

【0011】前記導電層上にレジスト層を設け、該レジスト層の露光及び現像処理によって前記内部電極形成パターンの反転パターンを当該レジスト層で形成し、前記反転パターンの露出した導電層上に前記未焼成セラミック誘電体層を泳動電着で形成後、前記レジスト層を除去することで前記内部電極形成パターンを形成するようにしてもよい。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る積層セラミックコンデンサの製造方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0013】図1は本発明の第1の実施の形態を示す。この図において、導電処理工程#1では、フレキシブルな支持体としてのPETフィルム1の表面にスパッタ、蒸着、無電解メッキ技術等により、後工程で内部電極の泳動電着を行うための導電処理を施し、PETフィルム1の表面に電着内部電極層が剥がれやすいステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0014】次いで、感光シート・フォトパターン法により導電層2が露出する内部電極形成パターン10を残してセラミックグリーンシート3で覆われるようにする。つまり、シート形成工程#2、露光工程#3、現像・定着（除去・乾燥）工程#4を順次実行する。

【0015】前記シート形成工程#2ではシート形成装置5にてフレキシブルな支持体としてのPETフィルム1の導電層2上に、感光性高分子材料と可塑剤と有機溶剤とセラミック誘電体粉末を混合した塗料を塗布しシート3に形成する。このシート3がセラミックグリーンシートであり、積層セラミックコンデンサとして焼成後は誘電体層となるものである。

【0016】露光工程#3では、そのシート3の面にフォトマスク6を被せ、露光装置7からフォトマスク6を通して紫外線（UV、DUV）を照射、露光し、現像・

定着（除去・乾燥）工程#4の現像装置（除去装置）8でアルカリ水溶液や溶剤等によりシート3の露光しない部分を除去し、定着装置（乾燥装置）9で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去して、導電層2が露出した内部電極形成パターン10が形成される（パターン10は同時に多数個形成する）。この場合、精密感光技術によりパターン精度を $\pm 3\mu\text{m}$ 程度にすることができる。なお、感光性高分子材料の選択によっては露光した部分を除去して内部電極形成パターン10を形成することもできる。

【0017】ここでパターンニングされたセラミックグリーンシート3は内部電極形成パターン10の空間が形成されているため、その底にフィルム1の導電層2が露出している。従って、このパターンニングされたシート3つまり誘電体層を内部電極の泳動電着の際のレジスト層（マスク）に見立てて、内部電極となる導体粉末（Ni、Pd、Cu等の金属粉末）を泳動電着する。泳動電着法は、付着させたい粒子をコロイドにして電気を流して帯電した粒子を通電している電極に吸着、凝集させる方法であり、電極部分にのみ粒子を付着させることが可能である。従って、内部電極形成パターン10の露出した導電層2を、内部電極となる導体粉末をコロイドにして分散した溶液に接触させて、溶液と導電層2を異なる極性に荷電すると溶液中の帯電した導体粉末が内部電極形成パターン10の底に露出した導電層2に泳動電着する。Ni泳動電着工程#5は、泳動電着装置11によって、内部電極となる導体粉末としてNi粉末を加えコロイドにした溶液に内部電極形成パターン10の露出した導電層2を接触させ、誘電体層とほぼ同じ高さになるまでNi粉末を泳動電着し内部電極層12を作製することを示す。

【0018】その後、誘電体層であるシート3と内部電極形成パターン10に作製した内部電極層12を平板金型で挟持し加圧してもよい。この加圧は厚みをより平坦化するために効果があるが、加圧しても加圧しなくても、この時点で誘電体層と内部電極層が混在する平坦なシート（内部電極形成誘電体層）が作製される。材質等が異なると積層したり加圧したときの寸法変化が一律ではなく、最終的には多層積層体が得られた時点で内部構造に完全に段差が生じないよう寸法変化を考慮することが望ましい。

【0019】接着層形成工程#6において、誘電体層と内部電極層が混在する平坦な内部電極形成誘電体層のシートや誘電体層のみのシートを適宜組み合わせて積層するとき、相互のシートを接着し易くするための接着層14なるものを付与することができる。接着層14は例えばバインダ樹脂をスプレーして付与する。図1は誘電体層と内部電極層が混在する平坦なシート側を下方に向けて、下方から接着層14を付与したことを示す。接着層14は必ずしも必要なく接着層形成工程#6は省略する

ことも可能である。

【0020】一方、シート形成工程#8で、PETフィルム21の表面に剥離を容易とするためにシリコン塗装層22を形成し、その上にシート形成装置24により高分子材料と可塑剤と有機溶剤とセラミック誘電体粉末を混合した塗料を塗布しシート23（未焼成セラミック誘電体層としてのセラミックグリーンシート）に形成する。

【0021】二層化工程#7では、Ni泳動電着工程#5（必要に応じて接着層形成工程#6の処理を施す）で得られた誘電体層と内部電極層が混在する平坦な内部電極形成誘電体層シートと誘電体層のみのシートを組み合わせた二層化シートを作製する。つまり、熱転写装置16を用い、前記シート23の面にPETフィルム1上に形成した誘電体層と内部電極層が混在する平坦なシート3の面を熱転写法により圧着すると、接着層14が付与されている場合は接着層14を介して、接着層14が無い場合はシート3やシート23が含有するバインダ樹脂を介して一体化する。その後、PETフィルム1と導電層2を一体に剥離するとPETフィルム21上に二層化シート15が得られる。

【0022】図6のように、積層セラミックコンデンサは内部電極と誘電体が相互に積層された構成が基本であり、従って、予め、図6(B)に示した誘電体層（シート3）と内部電極層12が混在する平坦な内部電極形成誘電体層のシートと、誘電体層のみのシート23を組み合わせた二層化シート15を作製すると、後の工程では二層化シートを積層すれば積層セラミックコンデンサの基本構成（内層）が完成することになる。

【0023】それ以後は、現状量産積層工程#9において、誘電体層と内部電極が混在する平坦なシートと誘電体層のみのシートを組み合わせた前記二層化シート15を所定枚数積層し、さらに図6(B)の天板として上下に誘電体層のみのシートを適宜の枚数積層し、加熱圧着する。すなわち、加熱圧着装置30の切断部31にて、二層化シート15及び天板となるシートから不要な支持体としてのPETフィルム21あるいは1を剥がすとともに、多数個の内部電極が配列されたカード形状に切断し、これを位置合わせ部32で位置合わせして所要枚数積層し、加熱圧着部33で加熱圧着する。その後、積層セラミックコンデンサのチップ個品に切断してから焼成（セラミックグリーンシートと内部電極として電着された導体粉末とを同時焼成）することによって、誘電体層と内部電極層が混在する平坦なシートとが積層されてなる段差レスの焼結体が得られる。これに所要の外部電極を形成して製品とする。

【0024】この第1の実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0025】(1) フレキシブルな支持体としてのPETフィルム1上に導電処理を施し、導電層2の上に誘電

体層と内部電極層を形成するが、バインダとしての感光性高分子材料を含むセラミックグリーンシート3に対して露光工程#3でフォトリソを通して紫外線を照射、露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#4で誘電体層が欠落した内部電極形成パターン10を作製し、この内部電極形成パターンの露出した導電層2に対して、内部電極となる導体粉末をコロイドにした溶液を接触させ泳動電着しており、PETフィルム上の導電層2と導体粉末を荷電して付着させるので、導体粉末が導電層2に付着する厚みを制御することができる。この結果、誘電体層と内部電極層との厚みの差による段差をなくして積層ズレを極めて小さくできる。また、導体ペーストによる内部電極形成に比べて、内部電極層を薄く形成でき、薄型化、大容量化にも適する。さらに、積層時に大きな加圧が不要になり、加圧変形が少なくなることによって、焼成後の積層セラミックコンデンサの容量のばらつきが小さくなる。

【0026】(2) 感光性高分子材料をバインダ樹脂あるいはレジスト剤として含むセラミックグリーンシート3に対して、露光工程#3で露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#4により現像してパターンニングしており、内部電極形成パターン10を微細加工できるため、誘電体層に形成する内部電極形成パターン精度が向上する。この内部電極形成パターン10の精度によって泳動電着で形成する内部電極層12のパターン精度が決まるため、内部電極層のパターン精度も向上する（例えば、従来技術のスクリーン印刷法は100 $\mu$ mライン幅程度でばらつきが20%程度あるが、本例の製造方法では、30 $\mu$ mライン幅を作製することが可能でありばらつきは1.0%以下にできる）。その結果、焼成後の積層セラミックコンデンサの容量ばらつきが小さくなる。

【0027】(3) 総じて、比較的簡単な工程によって、より小型で高精度な特性を有する積層セラミックコンデンサを提供できる。

【0028】図2は本発明の第2の実施の形態を示す。この場合、導電処理工程#1乃至接着層形成工程#6まで（接着層形成工程#6を省略したときはNi泳動電着工程#5まで）は第1の実施の形態と同じであり、それ以後の工程が異なっている。つまり、接着層形成工程#6で得られた誘電体層と内部電極層12が混在する平坦な内部電極形成誘電体層のシートとシート形成工程#8で得られた誘電体層のみのシート23とを、精密積層工程#10における積層機40により、それぞれPETフィルム1、21が付いた状態にてカード形状に切断しかつ相互の誘電体層同士が対面する向きで加熱圧着し、その後PETフィルム1、21をそれぞれ引き剥がして、Ni粉末を泳動電着した内部電極層12を設けたカード状セラミックグリーンシート15Aを得、これを必要枚数積層して積層体全体を加熱圧着する。以後の処理は第1の実施の形態と同じである。

【0029】この第2の実施の形態の場合、誘電体層と内部電極層が混在する平坦な内部電極形成誘電体層のシート（PETフィルム付き）と誘電体層のみのシート（PETフィルム付き）とを加熱圧着後に外側のPETフィルム1、21を引き剥がすため、PETフィルムを剥離する際のセラミックグリーンシート15Aの変形が無く、とくにセラミックグリーンシートが薄い場合に有効である。その他の作用効果は前述の第1の実施の形態と同様である。

【0030】図3は本発明の第3の実施の形態を示す。この場合、二層化工程#7に代えて誘電体コート工程#11で二層化シートを作製する。すなわち、導電処理工程#1乃至Ni泳動電着工程#5までは第1の実施の形態と同じであり、Ni泳動電着工程#5からPETフィルム1上に形成したシート3の空間に内部電極層12を電着した構成体が得られるが、該構成体の表面に誘電体コート工程#11のシート形成装置50でシート形成工程#8と同様に高分子材料と可塑剤と有機溶剤と誘電体粉末を混合した塗料を塗布しシート23Aとして形成する。その結果、PETフィルム1上に二層化シートが得られる。

【0031】それ以後は、現状量産積層工程#9において、誘電体層と内部電極層が混在する平坦なシート上に誘電体層のみのシート23Aをコートした二層化シートを所定枚数積層し、さらに天板として上下に誘電体層のみのシートを適宜の枚数積層し、加熱圧着する。すなわち、加熱圧着装置30の切断部31にて、二層化シート及び天板となるシートから不要な支持体としてのPETフィルム1を剥がすとともに、多数個の内部電極が配列されたカード形状に切断し、これを位置合わせ部32で位置合わせして所要枚数積層し、加熱圧着部33で加熱圧着する。その後、積層セラミックコンデンサのチップ個品に切断してから焼成することによって、誘電体層と内部電極形成層が混在する平坦なシートが積層されてなる段差レスの焼結体を得られる。これに所要の外部電極を形成して製品とする。

【0032】この第3の実施の形態によっても前述の第1の実施の形態と同様な作用効果が得られる。さらに、支持体はPETフィルム1のみでよいから、フィルム使用量が少ない利点もある。

【0033】図4は本発明の第4の実施の形態を示す。この図において、導電処理工程#1では、PETフィルム1の表面にスパッタ、蒸着、無電解メッキ技術等により後工程の泳動電着のための導電処理を施し、フィルム表面に後工程で形成する電着内部電極層が剥がれ易いステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0034】次いで、フォトパターン・粉体電着法により導電層2が露出する内部電極形成パターン10を残してセラミックグリーンシート60で覆われるようにす

る。

【0035】まず、レジストコート工程#20ではレジスト形成装置61にてフィルム1の導電層2全面に感光性レジスト（フォトレジスト）層62を形成する。

【0036】露光工程#21は第1の実施の形態と同様の装置を用いるが、第1の実施の形態におけるフォトマスク6とは光の通過と阻止パターンが逆である。つまり、露光装置63でレジスト層の残す部分（内部電極形成パターン10に対応）のみに紫外線（UV、DUV）をフォトマスク64を通して照射、露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#22の現像装置（除去装置）65でアルカリ水溶液や溶剤等によりレジスト層62の露光しない部分を除去し、定着装置（乾燥装置）66で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去して、内部電極形成パターン10に一致するレジスト層62のパターンを形成し、その他の部分の導電層2を露出させる。なお、感光性高分子材料の選択によっては露光した部分を除去して内部電極形成パターン10に一致したレジスト層62を形成することもできる。

【0037】ここで、レジスト層62が除去された部分は導電層2が露出している。従って、泳動電着工程#23では、泳動電着装置70によって、残ったレジスト層62をマスクとして、図4では強調して大きく示すセラミック誘電体粉末71及びバインダ樹脂粉末72と導電層2とを異なる極性に荷電することで、誘電体粉末71及びバインダ樹脂粉末72をレジスト層62が除去された導電層2に泳動電着させる。泳動電着は泳動電着装置70によりセラミック誘電体粉末71及びバインダ樹脂粉末72を溶液中に分散、懸濁された状態にして直流電流を流すことで帯電した誘電体粉末及びバインダ樹脂粉末を電極（導電層2）方向に移動させて吸着、凝集させることによって実行可能である。そして、誘電体粉末71及びバインダ樹脂粉末72を最終的にレジスト層62以下の高さの範囲で所定肉厚となるまで電着させることで、誘電体粉末71及びバインダ樹脂粉末72が集合したシート、つまりセラミックグリーンシート60が得られる。なお、セラミック誘電体とバインダ樹脂を粒子化した粉末を泳動電着してシート60を作製してもよい。

【0038】その後、レジスト剥離工程#24で溶剤系、アルカリ系剥離剤を用いた剥離装置75によりレジスト層62のみを剥離、除去して内部電極形成パターン10に対応させて導電層2を露出させる。この工程は現像・定着工程#22と同様の装置を用いることができるが、レジスト剥離工程#24は露光されたレジスト層62を除去することで相違があり、除去の溶剤とか設定条件に相違が生じるが、PETフィルム1上に内部電極形成パターン10が構成されたセラミックグリーンシートが得られることに相違はない。この場合も、精密感光技術によりパターン精度を±3μm程度にすることができ

る。

【0039】このようにパターンニングされたセラミックグリーンシート60をマスクとして、Ni泳動電着工程#5で露出した導電層2上に内部電極層12となる導体粉末を泳動電着すればよい。

【0040】Ni泳動電着工程#5以下の工程は第1、第2又は第3の実施の形態と同様の工程とすればよい。

【0041】この第4の実施の形態では、感光性レジスト層62の露光、現像処理によって内部電極形成パターン10の精度が決まるため、第1の実施の形態とほぼ同様の内部電極のパターン精度が得られる。また、導体粉末の泳動電着法により内部電極層12が形成され、かつセラミックグリーンシート60の空間(欠落部)に内部電極層12が位置することになるため、各層のセラミックグリーンシートを完全段差レスで多層に積層可能であり、第1の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、セラミックグリーンシート60を泳動電着するため薄型化でき、積層セラミックコンデンサの小型化、大容量化にも適する。

【0042】図5は本発明の第5の実施の形態を示す。この図において、導電処理工程#1では、PETフィルム1の表面にスパック、蒸着、無電解メッキ技術等により後工程の泳動電着のための導電処理を施し、フィルム表面に後工程で形成する電着内部電極層が剥がれ易いステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0043】次いで、感光性粉体電着・フォトパターン法により導電層2が露出する内部電極形成パターン10を残してセラミックグリーンシート80で覆われるようにする。つまり、泳動電着工程#30で泳動電着装置90を用い、図5では強調して大きく示すセラミック誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92(感光性レジスト及びバインダとしての機能を持つ)と導電層2とを異なる極性に荷電させ、誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92を導電層2に泳動電着させる。この泳動電着工程#30は第4の実施の形態で説明した泳動電着工程#23と同様であるが、フレキシブルな支持体としてのPETフィルムに成膜した導電層2の上に、マスクなしで誘電体層であるセラミックグリーンシート80を形成することに相違がある。ここでは、泳動電着装置90によりセラミック誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92を溶液中に分散、懸濁された状態にして直流電流を流すことで帯電した誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92を電極(導電層2)方向に移動させて吸着、凝集させることによって実行可能である。そして、誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92を所定の厚みになるまで電着させることで、誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92が混合してシート状になった感光性のセラミックグリーンシート80が得られる。なお、セラミック誘電体と感光性高分子材料を一粒子化した粉末を用いてシート8

0を作製してもよい。

【0044】その後、第1の実施の形態における露光工程#3と同様の構成である露光工程#31にて、誘電体粉末91及び感光性高分子粉末92が混合してシート状になった感光性のセラミックグリーンシート80に対し、フォトマスク94を被せ露光装置93で内部電極形成パターン10以外の領域に紫外線(UV、DUV)を照射、露光し、シート80の上に露光像を感光させる。そして、第1の実施の形態における現像・定着(除去・乾燥)工程#4と同様の構成である現像・定着(除去・乾燥)工程#32の現像装置(除去装置)95でアルカリ水溶液や溶剤等によりシート80の露光しない部分を除去し、定着装置(乾燥装置)96で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去し導電層2が露出した内部電極形成パターン10が構成される。この場合も、精密感光技術によりパターン精度を $\pm 3\mu\text{m}$ 程度にすることができ

る。

【0045】なお、感光性高分子材料粉末92の選択によっては露光した部分を除去して内部電極形成パターン10を形成することもできる。

【0046】このようにパターンニングされたセラミックグリーンシート80をマスクとして、Ni泳動電着工程#5で露出した導電層2上に内部電極層12となる導体粉末を泳動電着すればよい。

【0047】Ni泳動電着工程#5以下の工程は第1、第2又は第3の実施の形態と同様の工程とすればよい。

【0048】この第5の実施の形態においても、感光性高分子材料を混入した感光性セラミックグリーンシート80の露光、現像処理によって内部電極形成パターン10の精度が決まるため、第1の実施の形態とほぼ同様の内部電極のパターン精度が得られる。また、導体粉末の泳動電着法により内部電極層12が形成され、かつセラミックグリーンシート80の空間(欠落部)に内部電極層12が位置することになるため、各層のセラミックグリーンシートを完全段差レスで多層に積層可能であり、第1の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、第5の実施の形態の場合、内部電極層作製のための大部分の工程が湿式となり第4の実施の形態と比べて製造工程数が少なくなる利点もある。さらに、セラミックグリーンシート80を泳動電着するため薄型化でき、積層セラミックコンデンサの小型化、大容量化にも適する。

【0049】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る積層セラミックコンデンサの製造方法によれば、導電層が表面に形成された導電処理支持体に未焼成セラミック誘電



体層を設けて前記導電層が露出する内部電極形成パターンを残して前記導電層を覆い、内部電極となる導体粉末を前記内部電極パターンの露出した導電層に泳動電着したので、内部電極となる導体粉末が導電層に付着する厚みを制御して誘電体層と内部電極との厚みの差による段差をなくし積層ズレを極めて小さくすることが可能である。また、導体ペーストによる内部電極形成に比べて、内部電極を薄く形成でき、薄型化、大容量化にも適する。さらに、積層時に大きな加圧が不要になり、加圧変形が少なくなることによって、焼成後の積層セラミックコンデンサの容量のばらつきが小さくなる。

【0051】また、感光性のセラミックグリーンシートを露光、現像処理するか、あるいは感光性レジストを露光、現像処理することで内部電極形成パターンを形成しているため、内部電極形成パターンを微細加工でき、前記セラミック誘電体層に形成する内部電極形成パターン精度が向上する。この内部電極形成パターン精度によって泳動電着で形成する内部電極のパターン精度が決まるため、内部電極のパターン精度も向上する（例えば、従来技術のスクリーン印刷法は100 $\mu$ mライン幅程度でばらつきが20%程度あるが、本発明の製造方法では、30 $\mu$ mライン幅を作製することが可能でありばらつきは10%以下にできる）。その結果、焼成後の積層セラミックコンデンサの容量ばらつきが小さくなる。また、比較的簡単な工程によって、より小型で高精度な積層セラミックコンデンサを安定に供給できる利点がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る積層セラミックコンデンサの製造方法の第1の実施の形態を示す工程図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態を示す工程図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態を示す工程図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態を示す工程図である。

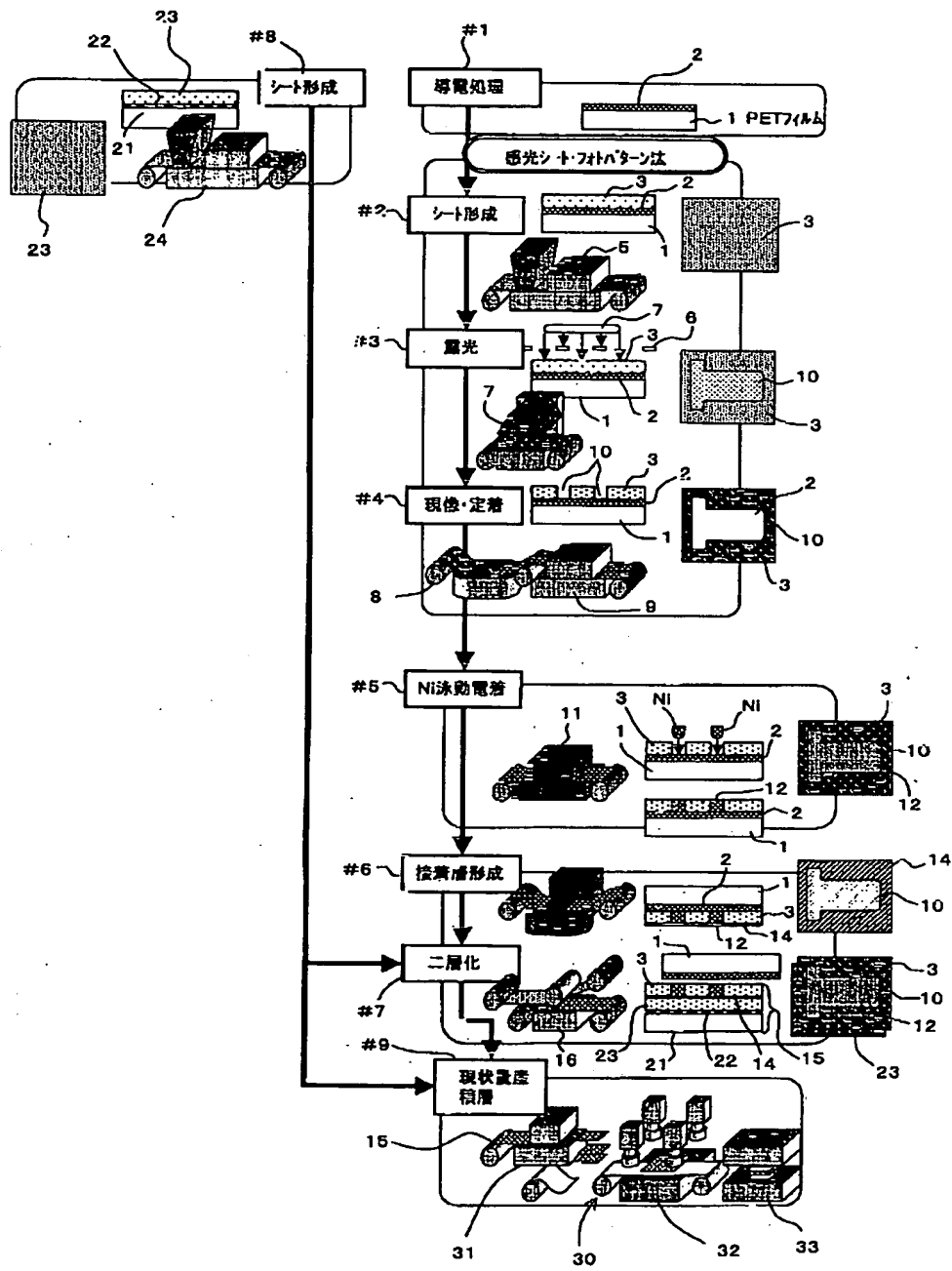
【図5】本発明の第5の実施の形態を示す工程図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態の場合の積層構造の例を従来技術の場合と対比して示す分解斜視図である。

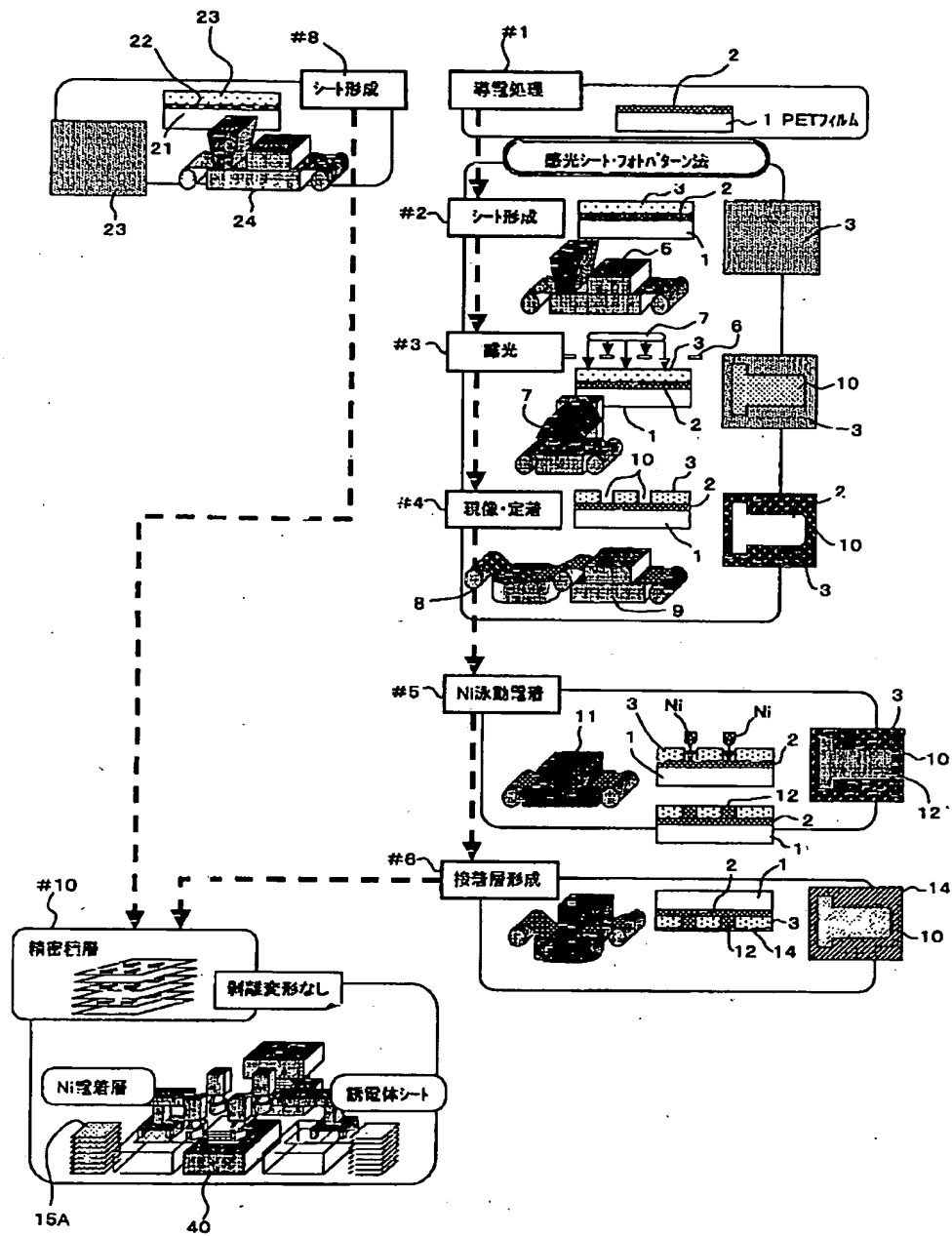
#### 【符号の説明】

- 1, 21 PETフィルム
- 2 導電層
- 3, 23, 60, 80 セラミックグリーンシート
- 5, 24, 50 シート形成装置
- 6, 64, 94 フォトマスク
- 7, 63, 93 露光装置
- 8, 65, 95 現像装置
- 9, 66, 96 定着装置
- 10 内部電極形成パターン
- 11, 70, 90 泳動電着装置
- 12 内部電極層
- 14 接着層
- 15 二層化シート
- 16 熱転写装置
- 22 シリコン塗布層
- 30 加熱圧着装置
- 31 切断部
- 32 位置合わせ部
- 33 加熱圧着部
- 40 積層機
- 61 レジスト形成装置
- 62 感光性レジスト層
- 71, 91 誘電体粉末
- 72 バインダ樹脂粉末
- 92 感光性高分子粉末
- #1 導電処理工程
- #2, #8 シート形成工程
- #3, #21, #31 露光工程
- #4, #22, #32 現像・定着工程
- #5 Ni 泳動電着工程
- #6 接着層形成工程
- #7 二層化工程
- #9 現状量産積層工程
- #10 精密積層工程
- #11 誘電体コート工程
- #20 レジストコート工程
- #23, #30 泳動電着工程
- #24 レジスト剥離工程

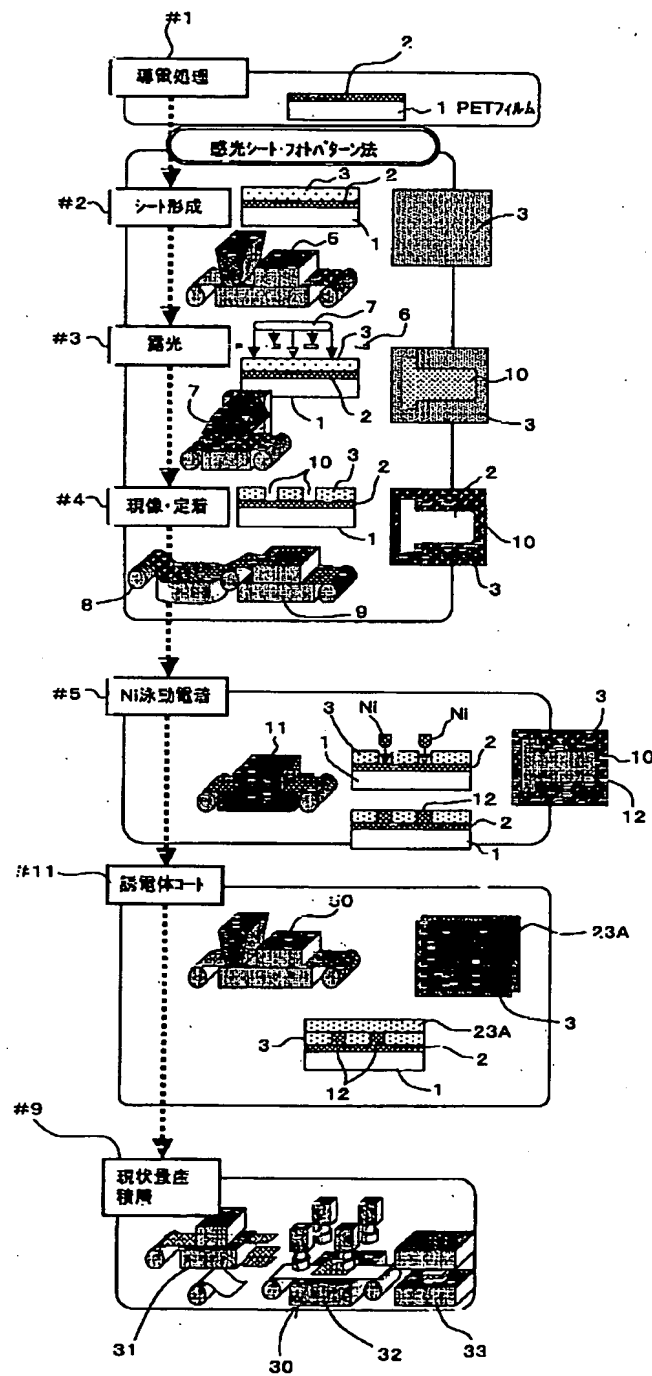
【図1】



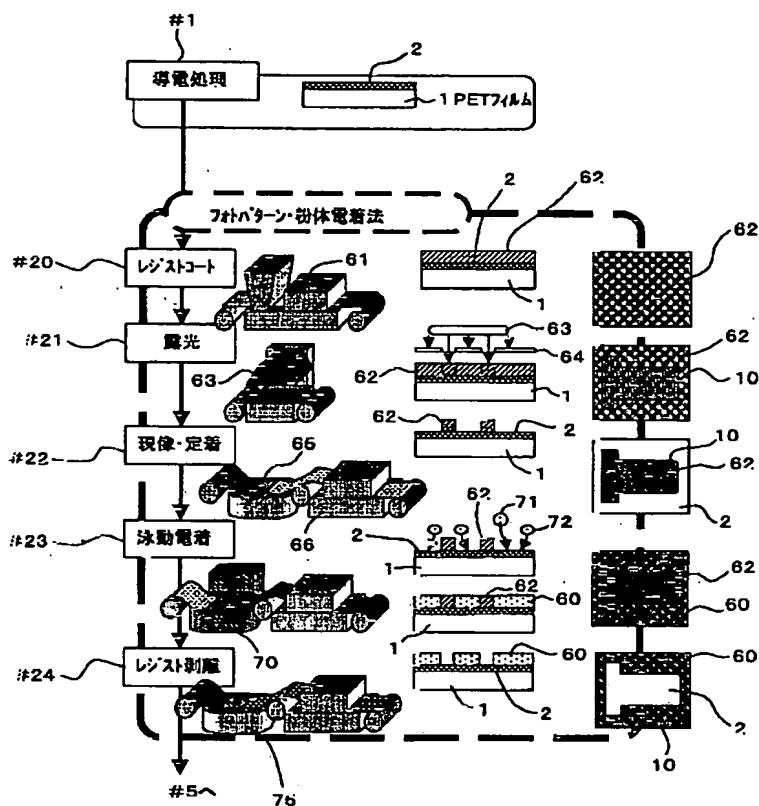
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

